

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

KATAGIRI et al.

Application Number: 10/081,212

Filed: February 25, 2002

**For: METHOD AND APPARATUS FOR
MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE**



[Handwritten signature]

5-17-02
m

**Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231**

**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of April 25, 2001, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2001-127043.

The certified copy of corresponding Japanese patent application 2001-127043 is submitted herewith. The Examiner is most respectfully requested to acknowledge receipt of this certified copy in the first Office Action issued on this application.

Respectfully submitted,

[Handwritten signature]
Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

**REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200**

**JUAN CARLOS A. MARQUEZ
Registration No. 34,072**

March 27, 2002



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 4月25日

出願番号

Application Number:

特願2001-127043

[ST.10/C]:

[JP2001-127043]

出願人

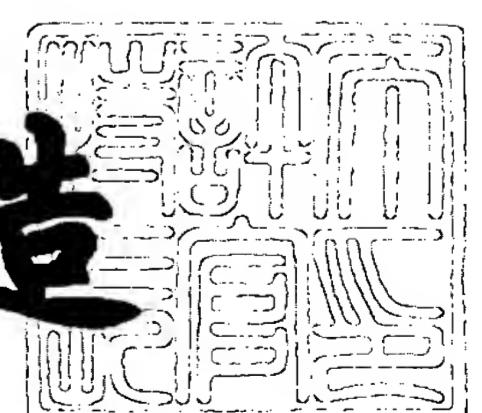
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2002年 2月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3011012

【書類名】 特許願
【整理番号】 NT01P0534
【提出日】 平成13年 4月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/304
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 ▲片▼桐 創一
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 山口 宇唯
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 近藤 誠一
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 安井 感
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 河村 喜雄
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第1の導電膜を形成し、該第1の導電膜の上に第2の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第2の導電膜および前記第1の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第1の導電膜および第2の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第2の導電膜を平坦化加工するとき第1の加工液を供給し、前記第2および第1の導電膜を平坦化加工するとき前記第1の加工液から第2の加工液に切換えて供給する加工液供給工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第1の導電膜を形成し、該第1の導電膜の上に第2の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第2の導電膜および前記第1の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第1の導電膜および第2の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第2および第1の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第1の導電膜を形成し、該第1の導電膜の上に第2の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第2の導電膜および前記第1の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第1の導電膜および第2の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第2の導電膜を平坦化加工するとき第1の加工液を供給し、前記第2および第1の導電膜を平坦化加工するとき前記第1の加工液から第2の加工液に切換えて供給する加工液供給工程と、

前記第2および第1の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】

請求項1又は2又は3記載の半導体装置の製造方法において、隣接した開口部間の絶縁膜の間隔が $30\text{ }\mu\text{m}\sim0.1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内で、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンが 40 nm 以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】

請求項1又は3記載の半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は酸化剤、有機酸、防食剤、純水で構成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】

請求項5記載の半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は過酸化水素水、リンゴ酸、ベンゾトリアゾール、純水を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】

請求項6記載の半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は過酸化水素水0.5から50%、リンゴ酸0.1から0.2%、ベンゾトリアゾール0.1から0.4%から成っていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】

請求項5記載の半導体装置の製造方法において、第1と第2の加工液は酸化剤の濃度が異なることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項9】

請求項1又は2又は3記載の半導体装置の製造方法において、該固定砥粒工具の砥粒がヒュームドシリカであり、該砥粒を樹脂で固定化した工具であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】

請求項9記載の半導体装置の製造方法において、ヒュームドシリカ砥粒を樹脂で固定し、圧縮弾性率を500MPaから1000MPaとしたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項11】

請求項2記載の半導体装置の製造方法において、目立てをダイヤモンドドレッサを用いて行ない、該ダイヤモンドドレッサの研磨砥粒工具面からの高さを位置決め可能であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項12】

半導体装置を平坦化加工する製造装置であって、回転定盤と、該回転定盤に固定する研磨工具と、該研磨工具の表面をドレッシングする手段と、少なくとも2系統の加工液供給系と、基板を保持し加工荷重を該基板に伝える加圧手段とを備え、前記回転定盤と前記ドレッシング手段とは基準面に対し位置決め可能な構造であることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項13】

請求項12記載の半導体装置の製造装置において、ドレッシング手段がダイヤモンドドレッサであることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項14】

請求項12記載の半導体装置の製造装置において、研磨工具が固定砥粒盤であることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項15】

請求項14記載の半導体装置の製造装置において、固定砥粒盤の砥粒はヒュームドシリカであって樹脂で固定化されたことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項16】

請求項14記載の半導体装置の製造装置において、固定砥粒盤の圧縮弾性率は500MPaから1000MPaであることを特徴とする製造装置の平坦化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板表面を平坦化する研磨や研削技術に係り、特に半導体基板上に形成された薄膜が研磨や研削される半導体集積回路の製造方法及び製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体集積回路の製造には素子分離 (Shallow Trench Isolation)、各トランジスタ素子から配線層へ信号伝達するためのタングステンプラグ形成と配線層形成等のための平坦化加工技術が重要となってきた。この平坦化には化学機械研磨 (CMP: Chemical Mechanical Polishing) と呼ばれる研磨加工技術が代表的である。

【0003】

特に最近では配線材料に銅が用いられるようになってきた。この平坦化はダマシン法が主流であり、例えば特開平2-278822号公報、特開平8-83780号公報に開示されている。

【0004】

さて、銅を配線材料とすると従来のアルミニウム配線と比べて耐久性や抵抗値が低くなるメリットがあるが、その反面、酸化膜への拡散等による導電性イオンによる絶縁不良を考慮しなければならなくなる。ダマシン法においては、図2に示すように酸化膜13と配線材料である銅15の界面にバリア膜14を成膜して拡散を防止している。このバリア膜14の存在によってダマシン法では、図2のIからIIIまでの工程を経て溝に銅15を埋め込むことになる。

【0005】

ダマシン法による銅配線の形成は銅15とバリア膜14の加工速度の制御が重要である。一般的にバリア膜 (Ta、Ta_Nが主流) の加工速度は銅に比べて遅いため、一気にI～IIIまで加工すると銅の削れ過ぎを生じるためである。そこで、通常では銅を高速に研磨するスラリーとバリア膜を高速にして銅を低速にするスラリーあるいは、銅、バリア膜と酸化膜を同等の速度で加工できる等複数の

スラリーを別々に用意する。実際のCMP工程では、銅を高速に研磨するスラリーでIを行ない、研磨定盤を変えてバリア膜の削れるスラリーをかけてIIを行なう方法が取られる。場合によっては3段目のCMPとして銅、バリア膜と酸化膜を同等の速度で加工できるスラリーにより平坦性の向上とスクラッチ低減を行なうこともある。

【0006】

その他の従来技術として、銅の平坦化加工に固定砥粒を用いた方法がある。アルミナ砥粒を樹脂で固定化したシートを用いたものであり、遊離砥粒を含んだスラリーを不要とする特徴がある。しかし、バリア膜14除去のための2~3段目のCMPが必要であることに変わりはない。この技術については「2000 Chemical Mechanical Planarization for ULSI Multilevel Interconnection Conference」のproceedings、58~65頁に記載がある。

【0007】

また、固定砥粒を用いたその他の従来技術としてU.S.P 5 9 7 2 7 9 2に記載された例がある。加工液のpHを制御して被加工材料のエッティングを防止しながら平坦化加工する方法であり、この技術も固定砥粒を用いた各層の被加工材料毎に研磨方法を変えるマルチステップの平坦化方法にあたる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記のダマシン法の平坦化を、CMPを用いて実施する場合、いくつかの課題がある。ひとつは上述のとおり、バリア膜14に用いるTa、TaNが銅に比べ硬いことに起因し、銅15とバリア膜14のCMPを別々に分けて2段以上のCMPを行なわなければならず、コストの増大、スループットの低下、廃棄スラリーの増大による環境負荷の増大等を引き起こすことである。

【0009】

その他の課題として、研磨パッドが軟質であることに起因して図4に示すように配線表面が凹むディッシングやエロージョンを生じ、その結果として配線抵抗値のばらつき幅が増大する課題がある。特に図7に示すような多層配線構造をと

るシステムLSIと呼ばれるロジックデバイスでは重要な課題となる。つまり、図6に示すように下層の平坦性が低いとCMPの性能以上に平坦化性が損なわれ、研磨残りによる配線間のショートや断線が発生しやすくなるという致命的な不良を生じる原因となる。この内容については「次世代ULSI多層配線の新材料・プロセス技術」技術情報協会の242~246頁に記載がある。

【0010】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、CMP工程を一工程で構成してスループットを向上させた半導体装置の製造方法及び製造装置を提供することにある。

【0011】

また、本発明の他の目的は、ディッシング、エロージョンを低減して、配線抵抗値のばらつき低減や断線不良の低減といった歩留り向上を図った半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第1の導電膜（例えばバリア膜）を形成し、該第1の導電膜の上に第2の導電膜（例えば銅膜）を形成した被加工対象基板に対して該第2の導電膜および前記第1の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第1の導電膜および第2の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記第2の導電膜を平坦化加工するとき第1の加工液を供給し、前記第2および第1の導電膜を平坦化加工するとき前記第1の加工液から第2の加工液に切換えて供給する加工液供給工程を有することを特徴とする。

【0013】

また、本発明は、基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第1の導電膜（例えばバリア膜）を形成し、該第1の導電膜の上に第2の導電膜（銅膜）を形成した被加工対象基板に対して該第2の導電膜および前記第1の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工

することによって前記開口部内に第1の導電膜および第2の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記第2および第1の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程を有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、隣接した開口部間の絶縁膜の間隔が $30\text{ }\mu\text{m}$ ～ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内で、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンが 40 nm 以下であることを特徴とする。

【0015】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は酸化剤、有機酸、防食剤、純水で構成されていることを特徴とする。

【0016】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は過酸化水素水、リンゴ酸、ベンゾトリアゾール、純水を含むことを特徴とする。

【0017】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第1および第2の加工液は過酸化水素水0.5から50%、リンゴ酸0.1から0.2%、ベンゾトリアゾール0.1から0.4%から成っていることを特徴とする。

【0018】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第1と第2の加工液は酸化剤の濃度が異なることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明に係わる実施の形態について図面を用いて説明する。

【0020】

図1及び、図2を用いて説明する。従来の多段CMPを一段化するため、固定砥粒盤と加工中ドレッシングを組み合わせるとともに加工液の切換えを行なう。

まず、固定砥粒盤10には、銅15とバリア膜14を加工できて、酸化膜13に

はキズをつけない性能が要求される。砥粒12の硬度としては、バリア膜材料と同等か硬質で酸化膜と同等か軟質である必要がある。バリア膜にTaを選択するとモース硬度は6.5であり、酸化膜（シリコン酸化膜）は7であることからシリカ（モース硬度7）が上記要求を満たす。このシリカ砥粒をバリア膜に有効に作用させれば平坦化加工できることになる。実際には、図2のIの段階で、固定砥粒盤10表面の砥粒は銅の加工に伴い脱落するか、固定化している樹脂に囲まれ、いわゆる目つぶれを生じて固定砥粒盤表面の研磨加工に有効な砥粒存在密度が低減する。

【0021】

この状態を当初の状態に復帰する手段が定寸ドレッサ4である。この定寸ドレッサ4は、絶対高さ基準位置からの高さ位置制御が可能な構成になっており、固定砥粒盤10の表面高さ位置への位置決めや所定量の切り込みも可能である。そこで、図2のIIの段階で定寸ドレッサ4を作動させ、例えば1マイクロメータ程度切り込めば、ピュアなシリカ砥粒が新規に露出するので、所定のバリア膜14の加工速度が得られる。

【0022】

一方、加工液8、9は酸化剤、有機酸、防食剤と純水からなっており、加工中に所定量が供給される。この加工液の各材料に対する加工速度特性は図3に示すとおりであり、酸化剤の濃度により各材料の加工速度比（選択比）を制御できることがわかる。例えば、酸化剤濃度が30%程度の場合、銅の加工速度は最大となり、酸化剤濃度を5%程度とすると銅とバリア膜であるTaNの加工速度はほぼ同一となる。前者の酸化剤濃度30%程度の液を加工液1、後者を加工液2としてそれぞれ別個の供給系6、7から供給可能な構成をとれば、図2のIの工程では加工液1を滴下し、工程IIの段階で加工液2に切換えることにより効率良く銅配線のダマシンの一段平坦化ができる。

【0023】

また、高平坦性を低ダメージで行なうためにシリカの微細砥粒を均一分散固定し、500～1000MPaの圧縮弾性率を有する固定砥粒盤を用いる。この圧縮弾性率は従来のCMPパッドの5～10倍高い値である。

【0024】

(実施の形態1)

本発明に係わる平坦化装置の実施の形態1について図1を用いて説明する。固定砥粒工具である固定砥粒盤10は回転定盤11上に固定され、その上方にはウェハ1を保持するヘッド2が備えられている。このヘッド2は、ウェハ1を保持するとともに回転定盤11と同方向に自転できる他、ウェハ1の表面を固定砥粒盤10へ押し付けて所定の力で荷重する機能も有している。さらに、ヘッド2は、固定砥粒盤10の半径方向に搖動するスイングアーム3に自転駆動されるよう取り付けられる。また、加工液9は、供給する供給系7から滴下される。本発明における加工液供給系は、図1に示すとおり2系統6、7ある。これら2系統6、7の加工液は、各液の切替えや流量の制御がおこなえる。その他、固定砥粒工具である固定砥粒盤10の表面を平滑にドレッシングできる定寸ドレッサ4を備えている。この定寸ドレッサ4は、装置の基準面5からの位置決めが可能な機能を有しており、所定量の切り込みが可能である。この定寸ドレッサ4には、ダイヤモンド砥粒を固着したカップ型ドレッサが装着され、毎分7000~10000回転程度の高速回転駆動ができる。このドレッサ4は固定砥粒盤面全面を平滑化できる構成となっていることはいうまでもない。

【0025】

次に、被加工ウェハ1の断面構造について図2を用いて説明する。本図ではウェハ基板のシリコン部分は省略しており、酸化膜(絶縁膜)13、バリア膜(第1の導電膜)14と銅(第2の導電膜)15の構成のみが表されている。この酸化膜13がシリコン酸化膜以外の低誘電率材料であっても良いし、酸化膜と低誘電率材料との層対であっても良い。酸化膜13には配線溝が形成されており、その上からTa、Ta_Nなどのバリア膜14と銅15が成膜されている。平坦化前の基板表面の初期形状は、図2のIにるように凹凸している。この状態をIIIに示すように酸化膜13に形成された溝内の銅を残し、酸化膜13までを露出して終了する。従来のCMPでは、図2のIからIIのバリア膜14の露出、あるいは該露出直前で一旦研磨を停止して、異なる回転定盤に搬送し、バリア膜の研磨速度が銅と比べ相対的に高いスラリーをかけながら研磨してIIIの状態まで平坦

化して終了する。

【0026】

本発明では、これら一連の加工プロセスを同一固定砥粒盤10の上で行なう。ウェハ1を加工する前に、固定砥粒盤10の面は定寸ドレッサ4により切り込み量1μm程度でドレッシングされ、平坦度が10μm程度となっているとともに固定砥粒盤10の面には砥粒が露出した状態となっている。この固定砥粒盤10の面に加工液供給系6から加工液1を供給して研磨するが、この時、定寸ドレッサ4は固定砥粒盤10からは離れた位置で停止している。

【0027】

この加工液1は、酸化剤、有機酸、防食剤と純水からなっており、酸化剤として、過酸化水素水を30%程度、有機酸としてリンゴ酸を0.15%程度、防食剤としてベンゾトリアゾール(BTA)0.2%程度の液体を用いた。この過酸化水素水の濃度と各材料の研磨速度特性は、図3に示すとおり、30%濃度で銅の速度が最大となる特性がある。こうすることにより、ウェハ一枚の加工時間を短縮できてスループットが向上するという望ましい効果が生じる。

【0028】

次に、銅の除去が進み工程IIの状態になった時点で、加工液1を、加工液2に切り替える。本実施例においては、加工液供給系6を止めて加工液供給系7から加工液2の供給に変更すればよい。加工液2の成分構成は、加工液1と同じで、酸化剤(過酸化水素水)、有機酸(リンゴ酸)、防食剤(BTA)である。ただし、この濃度は、銅15とバリア膜14の加工速度がほぼ1:1になるように調整する。この調整方法は、酸化剤濃度の調整と、後述する加工中の定寸ドレッサ4による定寸ドレッシングとの併用で行ない、銅15とバリア膜14の加工速度比を1:1となるようにした。こうすることにより、図4に示す如く平坦化加工面のディッシングやエロージョンといった銅や酸化膜の削れ過ぎを防止できるので、望ましい。

【0029】

工程IIにおける定寸ドレッシングとは、定寸ドレッサ4を固定砥粒盤10の面の高さまで下降させて、ダイヤモンド砥粒を固定砥粒盤10の面に接触させて目

つぶれした樹脂を除去するとともに新しい砥粒面の露出と遊離砥粒16を発生させる機能のことである。この定寸ドレッサ4の位置決め高さ位置は、平坦化加工前にドレッシングした位置と同一位置でも良いし、1μm程度さらに切込んでも良い。切込むことにより遊離砥粒16が多数発生し、バリア膜14の加工速度を向上することができる。

【0030】

バリア膜（第1の導電膜）14が除去され、酸化膜（絶縁膜）13が露出すると加工が終了することになる。このときに酸化膜の加工速度がバリアと銅に比べて非常に遅いとオーバ研磨時の膜減りを防止できる効果があり、望ましい。その他にもウェハ面内不均一性がある場合においても加工時間を長めに設定することによって研磨残りを防止する事も可能となる。例えば、被加工面上のほとんどのバリア膜が除去されるまでの研磨時間をジャスト研磨時間とした場合、ジャスト研磨時間の1.3から1.5倍程度にするとよい。

【0031】

(実施の形態2)

上記実施の形態1では平坦化加工前に固定砥粒盤10の全面を定寸ドレッサ4によりドレッシングして固定砥粒盤表面に固定砥粒12を露出させたが、本実施の形態2では、この工程を省くことも可能である。銅15は砥粒が存在しなくても加工できることが既に知られているので、必ずしも加工前のドレッシングが不可欠ではないからである。また、固定砥粒盤10の寿命はドレッシングによる厚さの低減により決定されるものであることから、極力ドレッシングの頻度は下げるべきであり、この観点からも加工前のドレッシングを省くことは有効であるといえる。

【0032】

従って、本実施の形態2によれば、実施の形態1における工程のうち、加工前でのレッシングを省略した半導体配線構造の平坦化加工が可能である。その結果、本実施の形態2によれば、銅を用いたダマシン配線構造の平坦化が低コスト、高スループット、高平坦化であることに加え、固定砥粒盤10の調寿命化も図れるという大きな効果が見込める。

【0033】

(実施の形態3)

本実施の形態3は、上記の平坦化方法を適用してパターン付きウェハを加工した結果について説明する。即ち、本実施の形態3によれば、図4に示す結果が得られた。用いたパターンは、銅配線が周期的に並ぶ、いわゆるライン&スペースで1ラインの幅は20μm程度である。このパターンとパターンの間の距離?を横軸とし、縦軸はディッシングとエロージョンの和である。本発明によれば、従来のCMPと比べて、高い平坦化性能（酸化膜間隔dが30μm～0.1μmの範囲内において、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンを40nm以下にすることができる。）を実証できていることがわかる。この高い平坦化性能は従来のCMPのパッドよりも5から10倍高い圧縮弾性率（500から1000MPa）を有する固定砥粒盤を用いたことに起因する効果である。

【0034】

硬質な固定砥粒盤で平坦化加工する場合の課題のひとつにスクラッチがある。本発明の固定砥粒盤は、高純度なヒュームドシリカの微細砥粒を均質に分散固定してあるので、スクラッチを生じる原因である異物や大径粒子を含まない。さらに、定寸ドレッサ4により加工前の固定砥粒盤の面は平滑にドレッシングされているのでスクラッチが生じにくい。図5は銅の120μm四方のパターンを加工した後の表面形状を測定した結果である。表面の凹凸の幅は10nm以下であり、半導体の配線として十分な鏡面となっていることを確認した。

【0035】

(実施の形態4)

次に、実際に本発明を半導体デバイスに適用した実施の形態4について図7を用いて説明する。本構造は、6層の多層配線ロジックデバイスの断面である。シリコンウェハ基板1の表面に浅溝素子分離溝（STI）を酸化膜平坦化加工技術により形成した後、ゲートパターン19等を形成してトランジスタを形成する。その後、上部配線層15とのW製コンタクトプラグ18をW平坦化加工技術により形成する。Wプラグ18も銅配線構造と同様に絶縁膜13との界面にバリア膜17が成膜される。このWプラグ18から上層がすべて銅配線層であり、6層と

も本発明を用いて形成した。

【0036】

下地層が平坦であるので、図6を用いて説明した研磨残りやディッシングとエロージョンのない良好な平坦化が行なえたことがわかる。また、STI層やWプラグ平坦化も固定砥粒を用いた平坦化を適用することによってより平坦な半導体装置を製造することが可能になることはいうまでもない。例えば、固定砥粒を用いたSTI層平坦化に関しては特開2000-49122号公報に記載がある。

【0037】

【発明の効果】

本発明によれば、CMP工程を一工程で平坦化することができる効果を奏する。この工程短縮の効果は単位時間あたりのウェハ着工数の増加を意味し、スループットが向上するといえる。

【0038】

また、本発明によれば、ディッシング、エロージョンを低減することができる効果を奏する。この効果は、配線抵抗値のばらつき低減や断線不良の低減といった歩留りの向上になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の装置構成を説明する図。

【図2】

本発明の加工工程を説明する図。

【図3】

本発明の加工薬液濃度と研磨速度を説明する図。

【図4】

本発明の平坦化性能を説明する図。

【図5】

本発明の平坦化後の銅表面形状を説明する図。

【図6】

平坦化性能不足にともなう課題を説明する図。

【図7】

本発明に係わる多層配線構造を有する半導体装置の断面を説明する図。

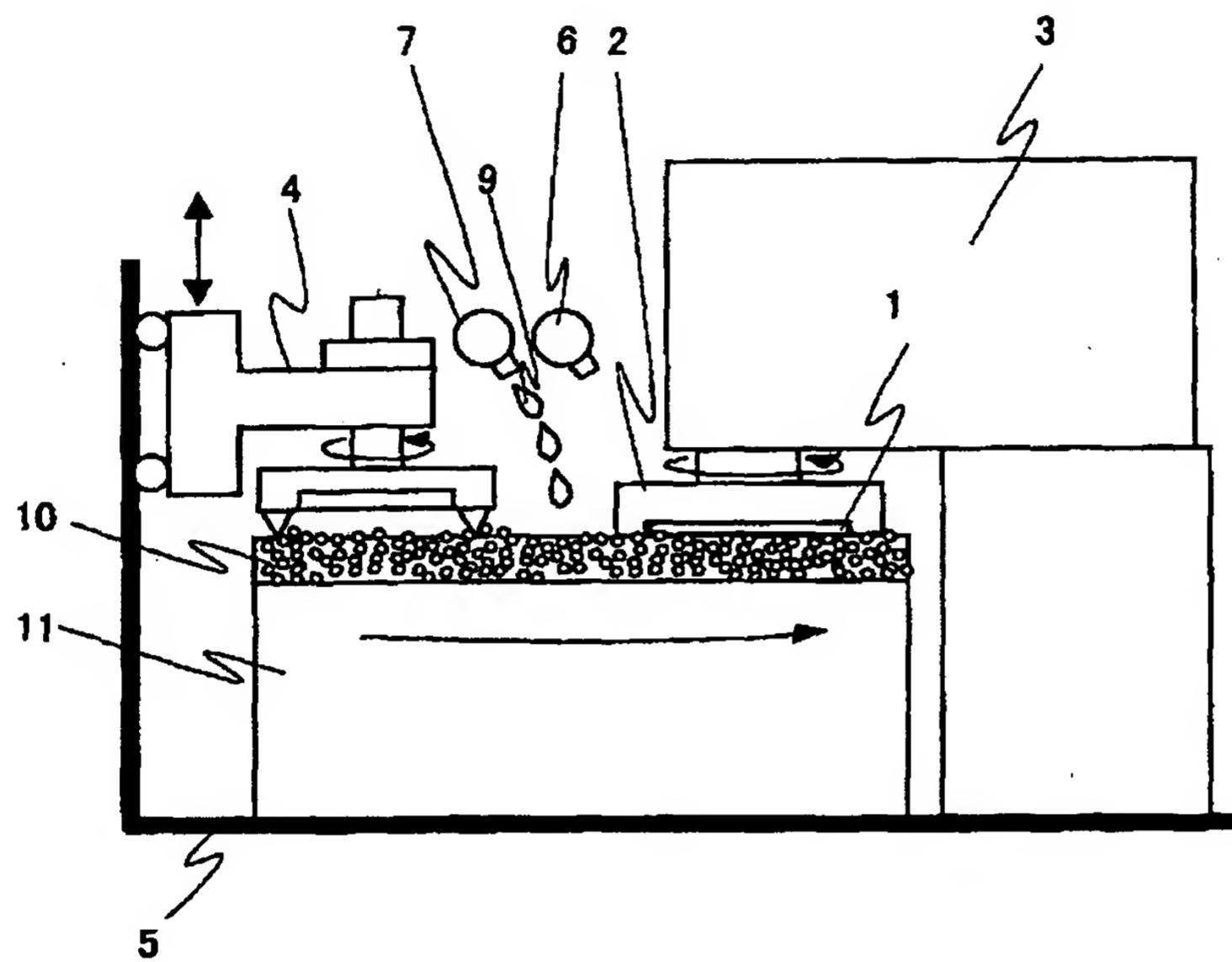
【符号の説明】

1 … ウエハ基板、 2 … ヘッド、 3 … スイングアーム、 4 … 定寸ドレッサ、 5 … 基準面、 6 … 加工液供給系1、 7 … 加工液供給系2、 8 … 加工液1、 9 … 加工液2、 10 … 固定砥粒盤、 11 … 回転定盤、 12 … 固定砥粒、 13 … 酸化膜（絶縁膜）、 14 … バリア膜（第1の導電膜）、 15 … 銅（第2の導電膜）、 16 … 遊離砥粒、 17 … Wプラグのバリア膜、 18 … Wプラグ、 19 … ゲート。

【書類名】 図面

【図1】

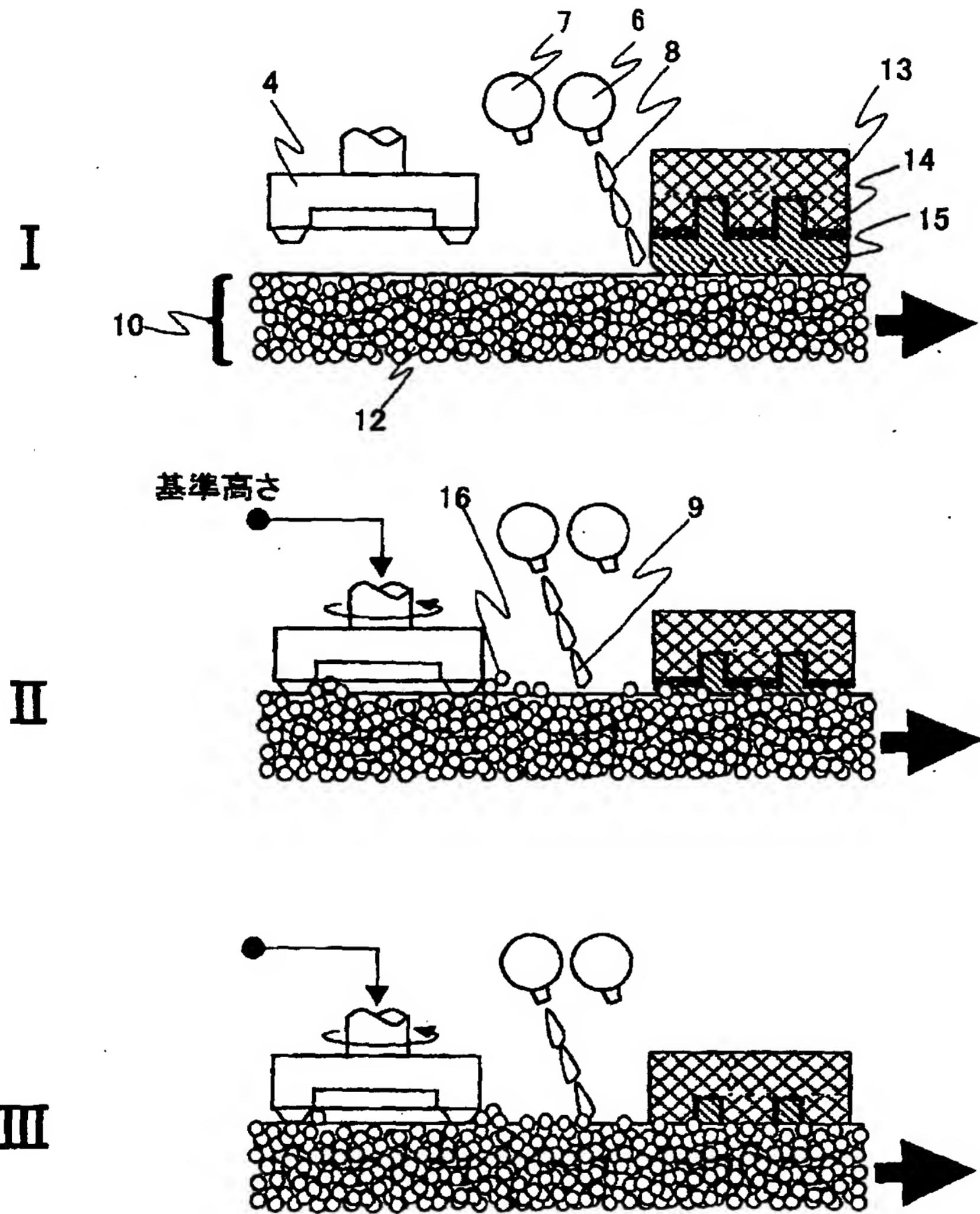
図1



1...ウェハ, 2...ヘッド, 3...スイングアーム, 4...定寸ドレッサ, 5...基準面
6...加工液供給系1, 7...加工液供給系2, 9...加工液2, 10...固定砥粒盤
11...回転定盤

【図2】

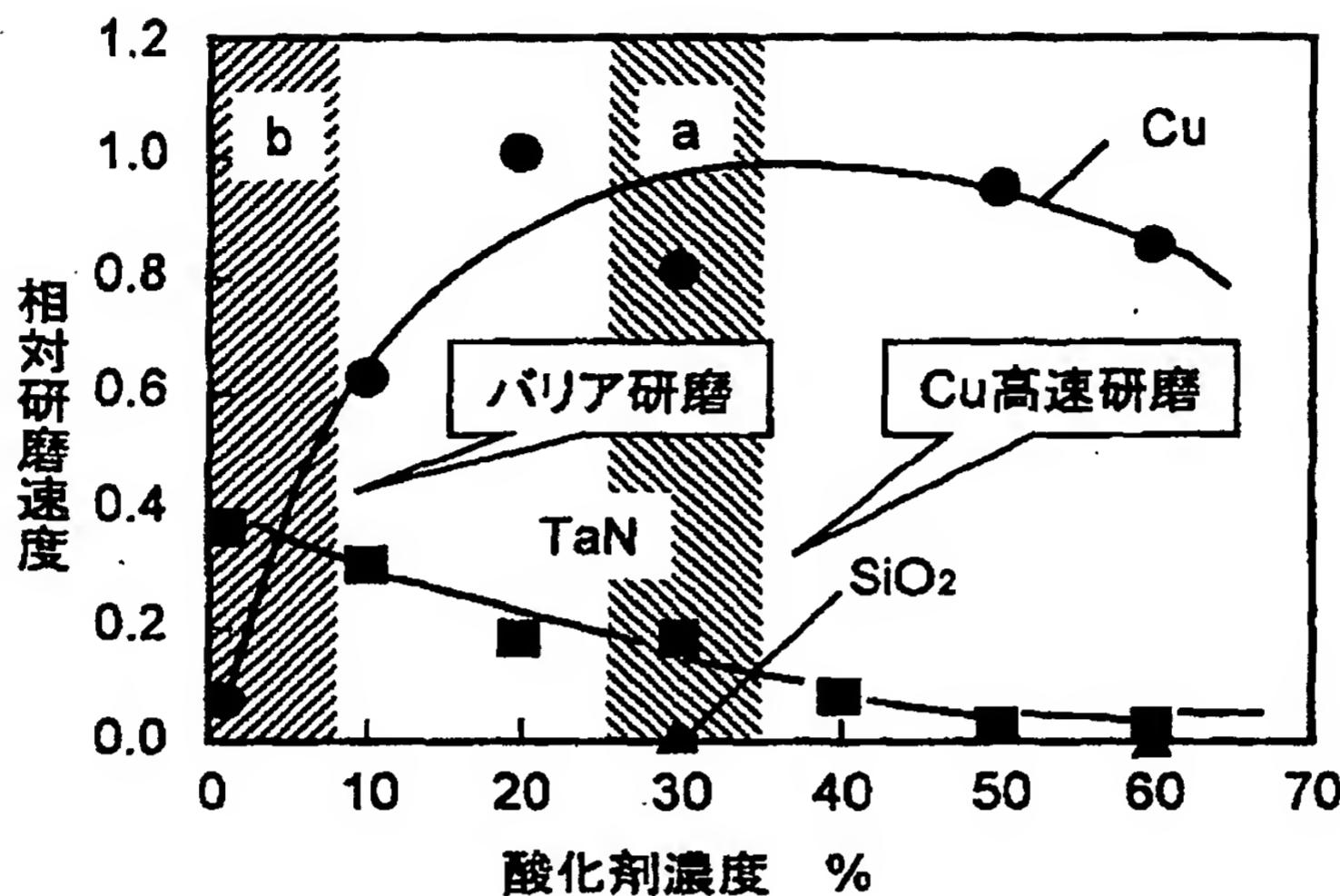
図2



8...加工液1, 12...固定磁粒, 13...酸化膜, 14...バリア膜, 15...銅,
16...遊離磁粒

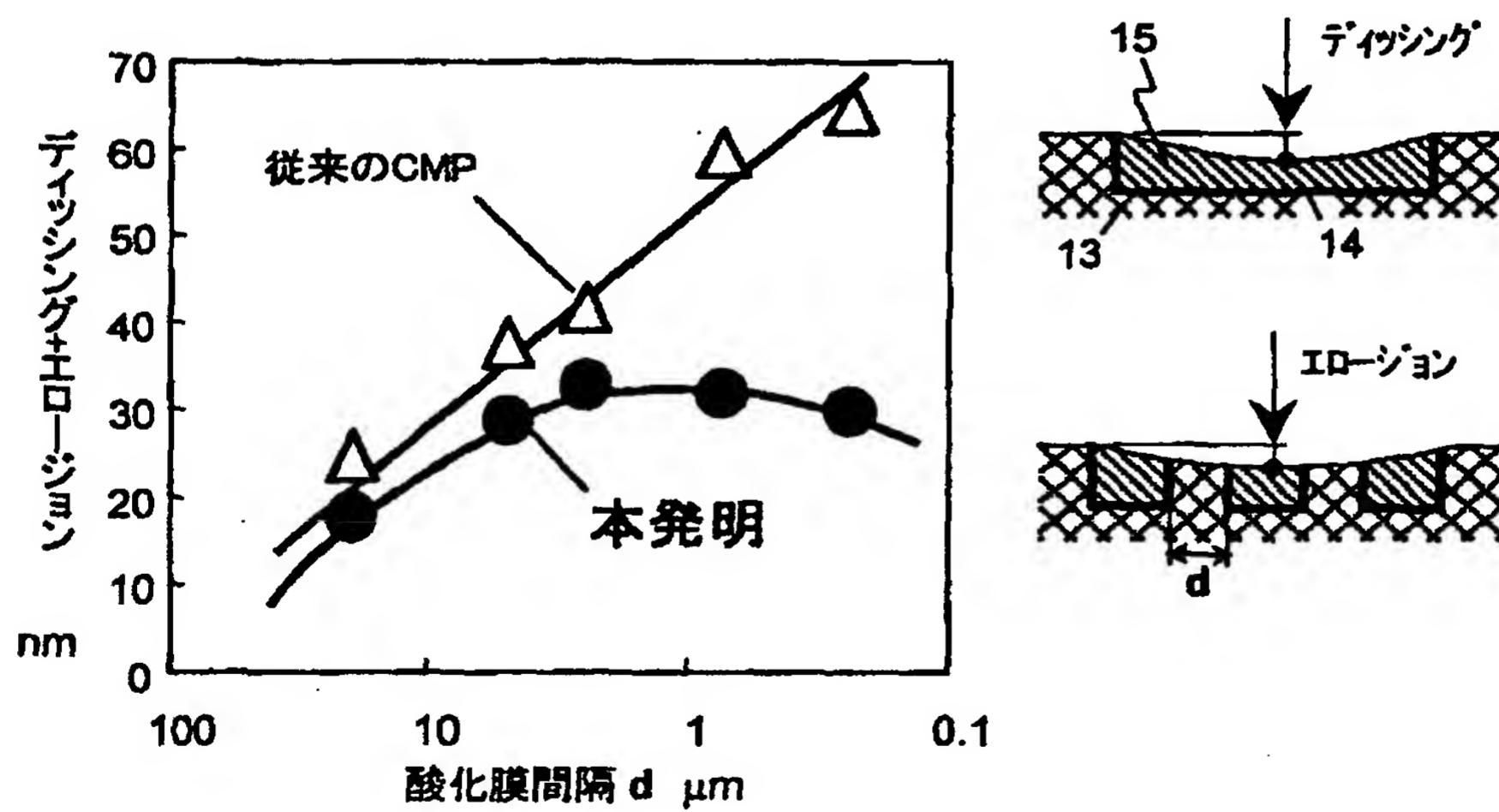
【図3】

図3



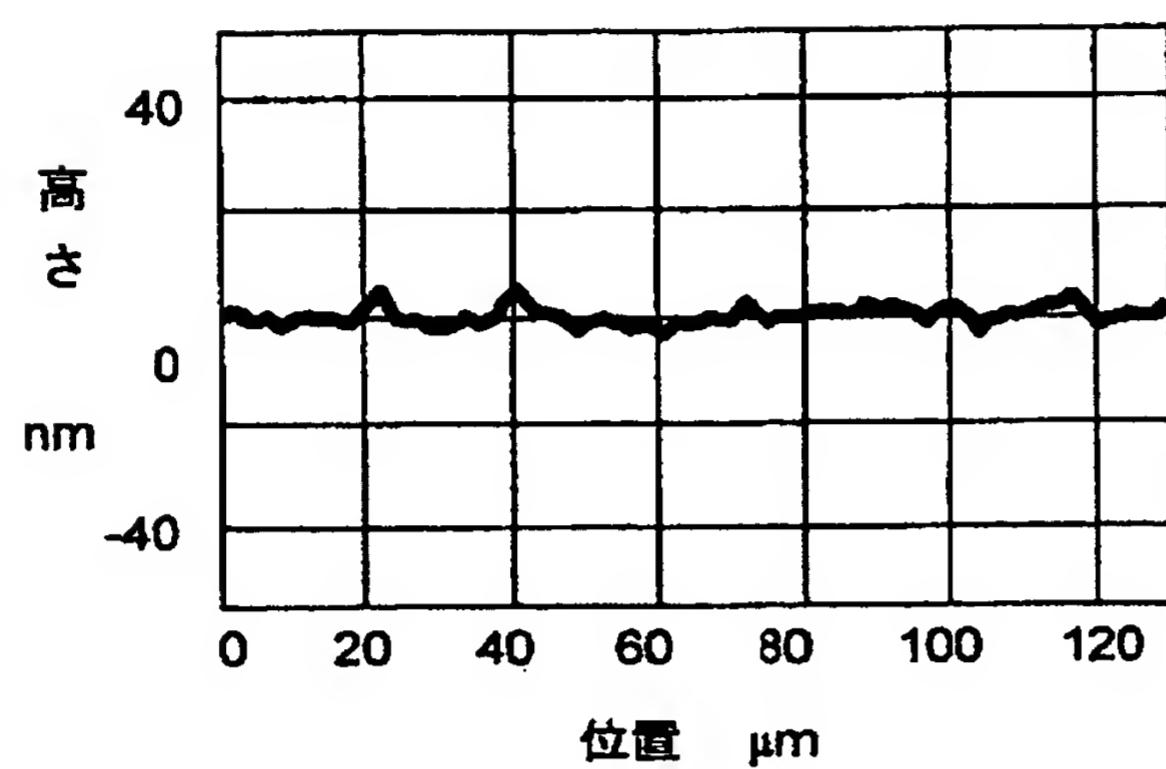
【図4】

図4



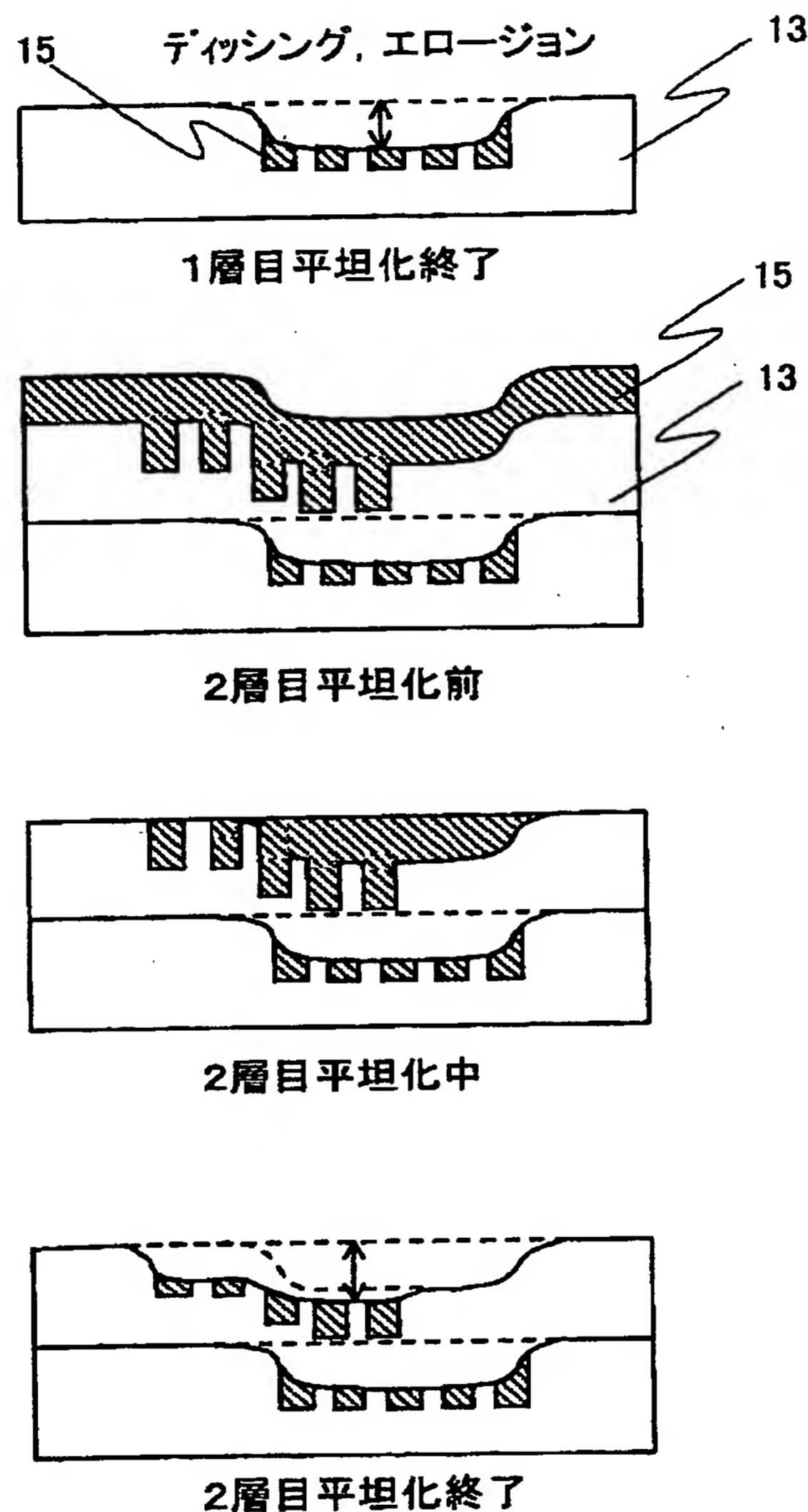
【図5】

図5



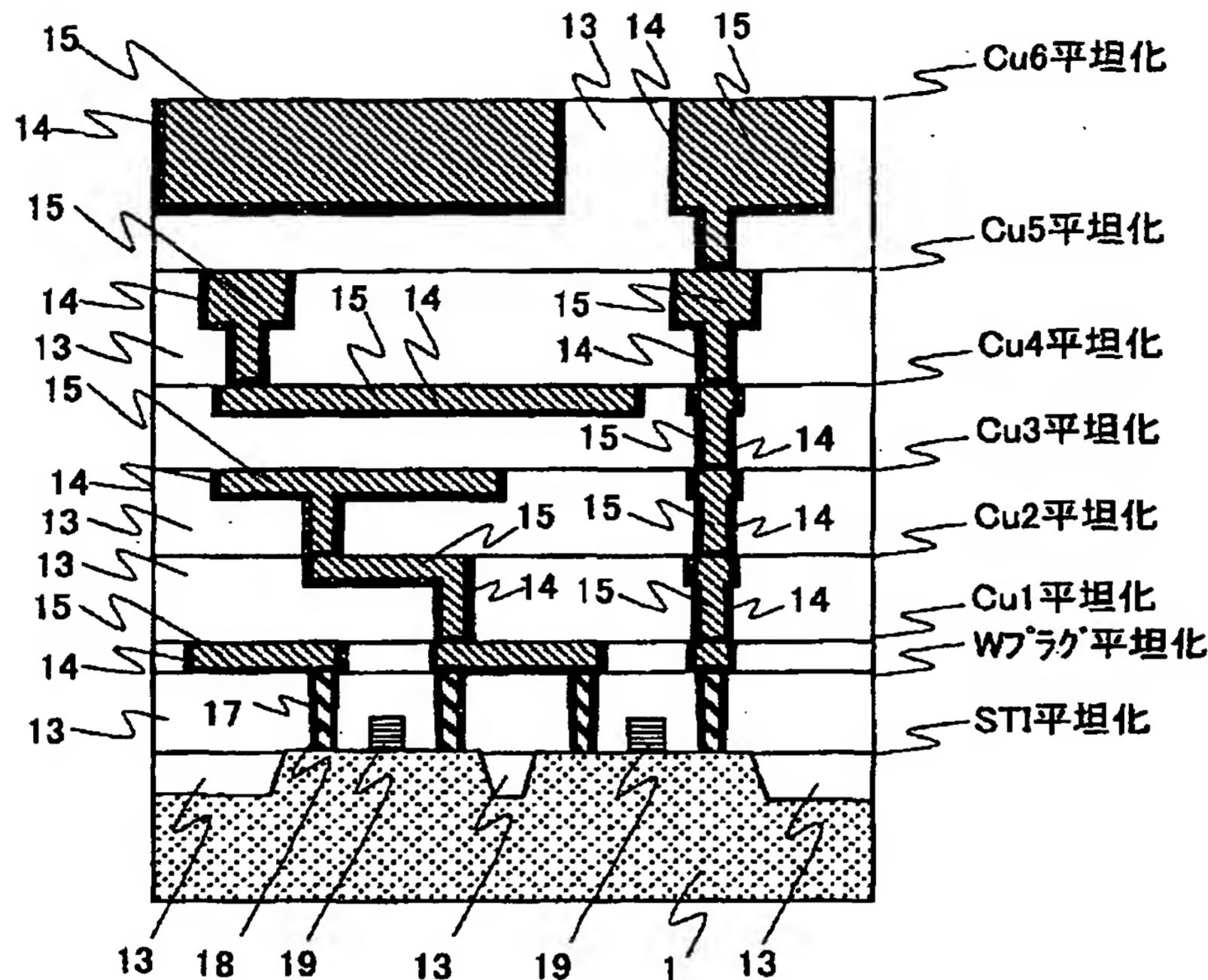
【図6】

図6



【図7】

図7



17...Wプラグのバリア膜, 18...Wプラグ, 19...ゲート

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

銅配線の平坦化には2段階以上の化学機械研磨が必要であり、コストの増大を招いていた。その他の課題として、平坦化後の配線形状が凹んでしまうディッシングやエロージョンが発生し、平坦化後の配線抵抗値のばらつきが大きくなるとともに、銅の研磨残りによるショートや断線が発生し、歩留り低下を招く課題があった。

【解決手段】

微細砥粒を均一分散固定した固定砥粒盤と酸化剤、有機酸、防食剤と純水から成る加工液、固定砥粒盤の表面を定寸でドレッシングできる定寸ドレッサを備え、加工初期段階においては銅を高速研磨する加工液を流し、バリア膜露出直前、あるいは、直後に銅とバリア膜がほぼ同一速度で研磨できるように研磨液を切換えるとともに定寸ドレッサを駆動して加工中コンディショニングを行なうことにより解決できる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所